

# IRON-BASED POWDER AND DUST CORE

**Publication number:** JP2003272911 (A)

**Publication date:** 2003-09-26

**Inventor(s):** UEDA MASATERU; NAKAMURA NAOMICHI; MAETANI TOSHIO; KOMORI YUKA +

**Applicant(s):** JFE STEEL KK +

**Classification:**

- international: **B22F1/02; H01F1/24; B22F1/02; H01F1/12;** (IPC1-7): H01F1/24; B22F1/02

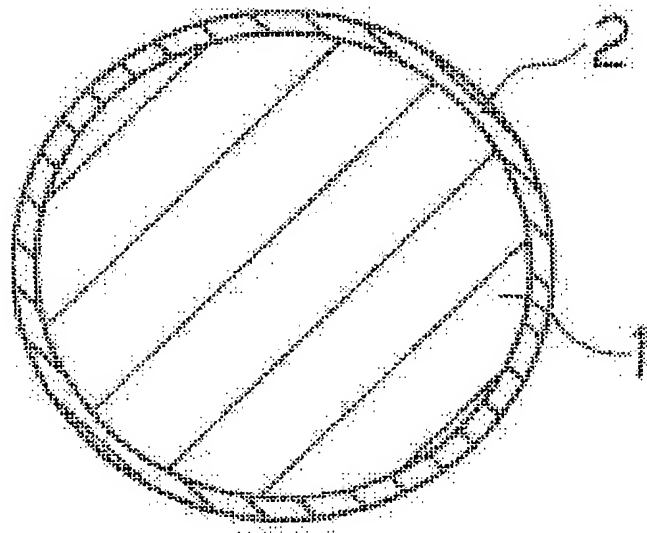
- European:

**Application number:** JP20020073420 20020318

**Priority number(s):** JP20020073420 20020318

## Abstract of JP 2003272911 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an iron-based powder that can suppress the occurrence of rust and has an improved adhesive property of its insulating coating film. ; **SOLUTION:** The iron-based powder comprises a powder containing iron as the main component and the insulating coating film formed on the surface of the powder. The insulating coating film contains an aluminum primary phosphate and a dichromate. The contents of the dichromate in the coating film is adjusted to 1-45 pts.mass while the contents of the aluminum primary phosphate being 100 pts. mass. ; **COPYRIGHT:** (C)2003,JPO



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-272911

(P2003-272911A)

(43)公開日 平成15年9月26日(2003.9.26)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\*(参考)

H 0 1 F 1/24

H 0 1 F 1/24

4 K 0 1 8

B 2 2 F 1/02

B 2 2 F 1/02

E 5 E 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2002-73420(P2002-73420)

(22)出願日 平成14年3月18日(2002.3.18)

(71)出願人 000001258

J F E スチール株式会社

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号

(72)発明者 植田 正輝

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製

鉄株式会社技術研究所内

(72)発明者 中村 尚道

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製

鉄株式会社技術研究所内

(74)代理人 100099531

弁理士 小林 英一

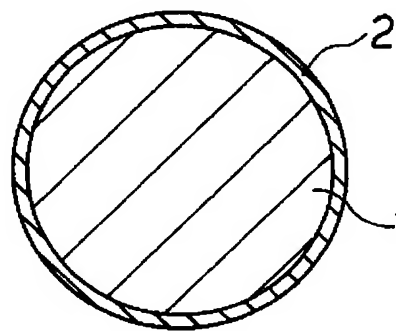
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 鉄基粉末および圧粉磁心

(57)【要約】

【課題】 錆の発生を抑制し、かつ絶縁被膜の密着性を向上した鉄基粉末、およびその鉄基粉末を用いた圧粉磁心を提供する。

【解決手段】 鉄を主成分とする粉末と、粉末の表面に形成される絶縁被膜とからなる鉄基粉末であって、絶縁被膜が第1リン酸アルミニウムおよび重クロム酸塩を含有し、かつ絶縁被膜中の第1リン酸アルミニウムの含有量を100質量部として重クロム酸塩の含有量を1~45質量部とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 鉄を主成分とする粉末と、前記粉末の表面に形成される絶縁被膜とからなる鉄基粉末であって、前記絶縁被膜が第 1 リン酸アルミニウムおよび重クロム酸塩を含有し、かつ前記絶縁被膜中の前記第 1 リン酸アルミニウムの含有量を 100質量部として前記重クロム酸塩の含有量が 1～45質量部であることを特徴とする鉄基粉末。

【請求項 2】 前記絶縁被膜が第 1 リン酸アルミニウム、重クロム酸塩に加えて硼酸を含有し、かつ前記絶縁被膜中の前記第 1 リン酸アルミニウムの含有量を 100質量部として前記重クロム酸塩の含有量が 1～45質量部、前記硼酸の含有量が 0.5～15質量部であることを特徴とする請求項 1 に記載の鉄基粉末。

【請求項 3】 前記絶縁被膜が第 1 リン酸アルミニウム、重クロム酸塩に加えて硼酸および／または微粉末シリカを含有し、かつ前記絶縁被膜中の前記第 1 リン酸アルミニウムの含有量を 100質量部として前記重クロム酸塩の含有量が 1～45質量部、前記硼酸の含有量が 0.5～15質量部、前記微粉末シリカの含有量が 10～150 質量部であることを特徴とする請求項 1 に記載の鉄基粉末。

【請求項 4】 前記絶縁被膜の外表面にシリカを含む保護被膜を形成し、かつ前記した鉄を主成分とする粉末を 100質量部として前記保護被膜中のシリカが 0.01～40質量部であることを特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載の鉄基粉末。

【請求項 5】 請求項 1、2、3 または 4 に記載の鉄基粉末を、所定の形状に成形してなることを特徴とする圧粉磁心。

【請求項 6】 前記鉄基粉末を、所定の形状に成形した後、焼鈍してなることを特徴とする請求項 5 に記載の圧粉磁心。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、鉄基粉末およびその鉄基粉末を用いた圧粉磁心に関し、特に電源回路等でチョークコイルやノイズフィルターとして用いられる圧粉磁心およびその原料となる鉄基粉末に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年の家電・電子機器においては、機器の小型化と電力変換の効率化とが強く求められている。そのため電源回路には、スイッチング電源が広く採用されるようになり、その流れを受けて、スイッチング電源には、さらなる高効率化、小型化に加え、さらに大電力出力が可能であることが求められている。

【0003】 ところで、スイッチング電源の高効率化、小型化、大出力化を実現するためには、スイッチング周波数の上昇と出力電流の増大（いわゆる大電流化）が極めて有効である。特に高周波化の進展は著しく、現在では 10～100kHz で動作するスイッチング電源が主流を占め

るまでに至っている。

このようにスイッチング周波数の高周波化、大電流化が進むにしたがって、スイッチング電源で使用されるリアクトル、チョークコイル、ノイズフィルター等の磁性材料を用いた部品にも、10kHz 以上の高周波域で、さらに大電流がかかるような条件でも性能を発揮することが求められるようになってきた。ここで求められる性能としては、具体的には磁性材料による損失（いわゆる鉄損）が低いことと、大電流が流れても磁気飽和が起きないように高い飽和磁束密度を持つことが挙げられる。

【0004】 従来、スイッチング電源のリアクトル、チョークコイルやノイズフィルターには、電磁鋼板鉄心、ソフトフェライトコア、圧粉磁心等が利用されている。電磁鋼板鉄心は、飽和磁束密度が高く、比較的安価であるという特徴を有するが、動作周波数が高くなるにしたがって鋼板内部での渦電流が急激に増大し、それに伴って鉄心の発熱や、磁心損失（すなわち鉄損）が急激に増大するという問題があった。一方、ソフトフェライトコアは鉄損は小さいが、飽和磁束密度が低いという問題があった。

【0005】 一方、圧粉磁心は、金属粉末に適宜樹脂等のバインダーを添加した混合粉末を、加圧成形することにより製造される磁心である。加圧成形後、添加した樹脂を硬化させるために、加熱等による硬化処理（いわゆるキュア）が行なわれる場合がある。金属粉末としては鉄粉や、Fe-Si 粉、センダスト粉、パーマロイ粉末等の鉄基混合粉末あるいは鉄系非晶質合金粉末等が用いられる。

【0006】 圧粉磁心は、金属粉末を原料とし、さらにバインダーとして絶縁性に優れる樹脂を使うため、高周波域での鉄損は電磁鋼板を使った鉄心より小さくなるという特徴がある。また、原料が金属粉末であるから、飽和磁束密度はソフトフェライトコアよりも高くなるという特徴がある。このため、圧粉磁心が電磁鋼板やソフトフェライトに代わる鉄心材料として強い注目を集めている。しかし、たとえばスイッチング周波数域である 10～100kHz の領域では、圧粉磁心の鉄損は以前として大きいという問題がある。したがって圧粉磁心の鉄損を低減することが必要である。

【0007】 ところで圧粉磁心の鉄損は、圧粉磁心を加圧成形するときに加わる加工歪みの大きさが影響するヒステリシス損失と、金属粉末間の絶縁性の大きさが影響する渦電流損失に大別される。圧粉磁心の鉄損低減には、歪取り焼鈍（加工歪みの除去）によるヒステリシス損失の低減と、金属粉末間の絶縁性の向上による渦電流損失の低減の両立が必須である。そのためにも、金属粉末表面を耐熱性に優れた絶縁層で被覆することが強く求められている。

【0008】 特開平 6-260319 号公報には、高周波用圧粉磁心及びその製造方法が開示されている。この技術は、

軟磁性粉末の表面にMg, B, P, Feを含有するガラス状絶縁被膜を形成することによって、磁心の磁束密度、鉄損、周波数特性を改善するものである。さらにそのガラス状絶縁被膜の上層にエポキシ/イミド樹脂を被覆してもよいとされる。

【0009】また特開平6-132109号公報には、高周波用圧粉磁心及びその製造方法が開示されている。この技術は、軟磁性粉末の表面にCrまたはPを含有するガラス状絶縁被膜を形成することによって、磁心の磁束密度、鉄損、周波数特性を改善するものである。しかしながら、これらの技術はいずれも、下記の問題点を有している。

(a) 軟磁性粉末は残存水分によって発錆するので、鉄基粉末の粉末特性が変化する上、その錆部分の絶縁性が著しく悪化するので、圧粉磁心の鉄損が増大する。

(b) 絶縁被膜の密着性が低いので、高圧成形すると絶縁被膜が剥離し、絶縁性が低下し、鉄損が増大する。

(c) ガラス状絶縁被膜の上層被覆として有機系樹脂を用いた場合、歪取り焼鈍の温度が 500℃以下に限定される。

【0010】圧粉磁心を、電磁鋼板やソフトフェライトに代わる新たな鉄心材料とするためには、耐熱性に優れた絶縁被膜の形成による鉄損低減を実現し、その上、高圧で成形する等の方法により圧粉磁心の密度を高めることによって飽和磁束密度を向上させる必要がある。そのためには、発錆による絶縁性低下を回避し、さらに絶縁被膜の密着性を向上することで、高圧成形を施してもなお絶縁被膜が剥離せずに高い絶縁性を示す粉末材料を使用して、圧粉磁心を製造する必要がある。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記のような問題点を解消し、錆の発生を抑制し、かつ絶縁被膜の密着性を向上した鉄基粉末、およびその鉄基粉末を用いた圧粉磁心を提供することを目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、鉄を主成分とする粉末の表面に形成される絶縁被膜の成分が、絶縁被膜の密着性に及ぼす影響について鋭意検討した。その結果、重クロム酸塩が酸化反応によって水溶性から不溶性に変化する反応を用いた被膜は耐水性に優れ、さらに焼き付け温度が同一であれば、Alを含有する絶縁被膜の方が、従来から知られているMgを主成分とする絶縁被膜に比べて、絶縁被膜の密着性が優れていることを見出した。本発明は、この知見に基づいてなされたものである。

【0013】本発明は、鉄を主成分とする粉末と、粉末の表面に形成される絶縁被膜とからなる鉄基粉末であって、絶縁被膜が第1リン酸アルミニウムおよび重クロム酸塩を含有し、かつ絶縁被膜中の第1リン酸アルミニウムの含有量を 100質量部として重クロム酸塩の含有量が 1～45質量部であることを特徴とする鉄基粉末である。

【0014】前記した鉄基粉末の発明においては、第1の好適態様として、絶縁被膜が第1リン酸アルミニウム、重クロム酸塩に加えて硼酸を含有し、かつ絶縁被膜中の第1リン酸アルミニウムの含有量を 100質量部として前記重クロム酸塩の含有量が 1～45質量部、前記硼酸の含有量が 0.5～15質量部であることが好ましい。

また第2の好適態様として、絶縁被膜が第1リン酸アルミニウム、重クロム酸塩に加えて硼酸および/または微粉末シリカを含有し、かつ絶縁被膜中の第1リン酸アルミニウムの含有量を 100質量部として前記重クロム酸塩の含有量が 1～45質量部、前記硼酸の含有量が 0.5～15質量部、前記微粉末シリカの含有量が 10～150 質量部であることが好ましい。

【0015】また第3の好適態様として、絶縁被膜の外表面にシリカを含む保護被膜を形成し、かつ前記した鉄を主成分とする粉末を 100質量部として保護被膜中のシリカが 0.01～40重量部であることが好ましい。また本発明は、上記した鉄基粉末のいずれかを、所定の形状に成形してなることを特徴とする圧粉磁心である。

【0016】前記した圧粉磁心の発明においては、好適態様として、鉄基粉末を、所定の形状に成形した後、焼鈍することが好ましい。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の鉄基粉末の例を模式的に示す断面図である。鉄を主成分とする粉末1（以下、鉄粉という）の表面に絶縁被膜2を形成する。この絶縁被膜2は、第1リン酸アルミニウムおよび重クロム酸塩を含有する。絶縁被膜2が第1リン酸アルミニウムを含有することによって、他の第1リン酸塩、たとえば第1リン酸マグネシウムを用いた場合に比べて絶縁被膜2の焼き付け処理に必要な温度を低下させることができる。その結果、同一の焼き付け温度であっても他の第1リン酸塩、たとえば第1リン酸マグネシウムを用いた場合に比べて、鉄粉1と絶縁被膜2との密着性と耐水性が向上するので、残存水分に起因する錆や凝集を防止できる。

【0018】さらに重クロム酸塩を含有することによって、絶縁被膜2の耐水性がさらに向上するので、残存水分に起因する錆や凝集を防止する効果が向上する。その含有量は、第1リン酸アルミニウムを 100質量部として、重クロム酸塩が 1質量部未満では、焼き付けにより不溶化するクロム酸塩の量が少ないので、絶縁被膜2の耐水性が向上しない。一方、45質量部を超えると、クロム酸塩が過剰となって不溶化せずに残存してしまい、絶縁被膜2の耐水性、密着性が向上するという第1リン酸アルミニウムの効果が十分に発揮されない。したがって重クロム酸塩は、第1リン酸アルミニウムを 100質量部として、1～45質量部の範囲内を満足する必要がある。

【0019】重クロム酸塩としては、重クロム酸カリウ

ムおよび／または重クロム酸アンモニウムを用いるのが好ましい。ただし、重クロム酸塩として重クロム酸カリウムまたは重クロム酸アンモニウムを単体で用いる場合は、その含有量はそれぞれ1～45質量部とする。重クロム酸塩として重クロム酸カリウムおよび重クロム酸アンモニウムを用いる場合は、重クロム酸カリウムの含有量を10～40質量部、重クロム酸アンモニウムの含有量を1～15質量部とし、それらの含有量が合計11～45質量部となるようにするのが好ましい。

【0020】また絶縁被膜2には、第1リン酸アルミニウム、重クロム酸塩に加えて硼酸を含有させるのが好ましい。硼酸は、絶縁被膜2の密着性を向上させる効果を有する。このような効果を得るためには、硼酸の含有量は、第1リン酸アルミニウムを100質量部として、0.5～15質量部とするのが好ましい。0.5質量部以上の硼酸を添加すると絶縁被膜2の密着性が著しく向上するため、686MPa以上の高压で成形しても、絶縁被膜2は剥離せず、優れた密着性が得られる。一方、硼酸の添加量が15質量部を超えると、絶縁被膜2が吸湿性を示し、その結果、空気中の水分を吸収してしまい、鉄基粉末の凝集が起る原因となるので好ましくない。したがって硼酸の添加量を0.5～15質量部とすると鉄基粉末の絶縁性が向上し、圧粉磁心としての鉄損も低減されるので好ましい。

【0021】さらに絶縁被膜2には、第1リン酸アルミニウム、重クロム酸塩、硼酸に加えて微粉末シリカを含有させるのが好ましい。微粉末シリカは、絶縁被膜2中でフィラーとして作用するので、絶縁被膜2の強度および絶縁性を向上させ、その結果、鉄基粉末の絶縁性を向上させる効果を有する。このような効果を得るためには、微粉末シリカの含有量は、第1リン酸アルミニウムを100質量部として、10～150質量部とするのが好ましい。

【0022】また上記の性質を改良することを目的として、上記した以外の物質を絶縁被膜2中に含有させてもかまわない。なお、図2に示すように、絶縁被膜2の外表面にシリカを含有する保護被膜3を形成すると、加圧成形の際に保護被膜3が絶縁被膜2同士の直接接触を防止する保護膜となって、絶縁被膜2が剥離するのを防止できる。さらにこの保護被膜3によって鉄基粉末の表面状態が安定するため、流動性が向上し容易にハンドリングできるようになる。しかも樹脂を保護被膜3に使用しないので、歪取り焼鈍や焼き付け処理を施しても、保護被膜3の特性変化も生じない。このような効果を得るためには、保護被膜3中のシリカは、原料である鉄を主成分とする粉末を100質量部として、0.01～40重量部とするのが好ましい。なお、シリカを含有する保護被膜3

は、エチルシリケートの加水分解によって形成するのが好ましい。もちろん、これ以外の方法でシリカの被膜を形成してもかまわない。また、上記の性質を改良することを目的として他の物質を添加してもかまわない。さらに上記の保護被膜3上に、さらに別の物質を被覆してもかまわない。

【0023】このような組成を有する絶縁被膜2を鉄粉1の表面に形成することによって、錆の発生を抑制し、かつ絶縁被膜2と鉄粉1との密着性を向上した鉄基粉末を得ることができる。この鉄基粉末を用いて圧粉磁心を製造する際に、成形圧力が686MPa以上の高压であっても、絶縁被膜2は剥離せず、鉄基粉末の絶縁性を維持できるので、圧粉磁心の鉄損を低減できる。しかも高压で成形することによって、圧粉磁心の密度が向上させ、飽和磁束密度を上昇させることができる。

【0024】なお、鉄基粉末を所定の形状に成形した後、歪取り焼鈍を施すと、圧粉磁心を加圧成形する際に、鉄基粉末に加えられた加工歪みを除去することができるので、鉄損（特にヒステリシス損失）の低減、透磁率の向上、磁束密度の向上等の磁気特性の改善が可能となる。

【0025】

【実施例】表1に示す粒度分布を有するアトマイズ純鉄粉1の表面に絶縁被膜2を形成して、鉄基粉末を製造した。

【0026】

【表1】

粒径	重量比率 (%)
45 $\mu$ m未満	25
45 $\mu$ m以上 ～ 63 $\mu$ m未満	20
63 $\mu$ m以上 ～ 75 $\mu$ m未満	10
75 $\mu$ m以上 ～ 106 $\mu$ m未満	30
106 $\mu$ m以上 ～ 150 $\mu$ m未満	12
150 $\mu$ m以上 ～ 180 $\mu$ m未満	3
180 $\mu$ m以上	0

【0027】絶縁被膜2を形成するにあたって、転動流動造粒機内でアトマイズ純鉄粉1を攪拌しながら、表2に示す組成の絶縁被膜水溶液（濃度5質量%）を噴霧して、装置から取り出し、その後、鉄基粉末を大気中350℃で30分間加熱し、さらに100℃で60分間加熱して乾燥し、絶縁被膜2を形成した。絶縁被膜2の膜厚は、アトマイズ純鉄粉1に対して0.5質量%とした。

【0028】

【表2】

	絶縁被膜 (質量部) #1								保護被膜 (質量部)	
	第1リン酸塩		重クロム塩			硼酸	微粉末シリカ #3	その他 #2	シリカ	エポキシ樹脂
	アルミニウム	マグネシウム	カリウム	アンモニウム	マグネシウム					
発明例 1	100	-	20	5	-	-	-	A	-	-
発明例 2	100	-	20	5	-	5	-	A	-	-
発明例 3	100	-	20	5	-	5	20	A	-	-
発明例 4	100	-	20	5	-	5	20	A	0.3	-
発明例 5	100	-	20	5	-	-	20	A	-	-
発明例 6	100	-	20	5	-	5	-	A	0.3	-
発明例 7	100	-	20	5	-	-	20	A	0.3	-
比較例 1	-	100	20	5	-	-	-	A	-	-
比較例 2	-	100	20	5	-	-	-	A	-	0.3
比較例 3	-	-	-	-	100	-	-	B	-	-

#1 アトマイズ純鉄粉 100質量部に対する値

#2 A: リン酸10質量部, オキシエチレンオキシプロピレンブロックポリマー 0.5質量部  
B: リン酸60質量部, 尿素4質量部, グリセリン4質量部

#3: 日産化学(株)製スノーテックス20

【0029】さらに実施例4, 6, 7では、絶縁被膜2の外表面にシリカからなる保護被膜3を形成した。保護被膜3の形成にあたって、絶縁被膜2を有する鉄基粉末を転動流動造粒機内で攪拌しながら、エタノール95質量%, 水5質量%の混合溶媒にエチルシリケートを溶解させた溶液(濃度5質量%)を噴霧して、装置から取り出し、大気中 200℃で60分間乾燥させて、保護被膜3を形成した。

【0030】また比較例2では、絶縁被膜2の外表面にエポキシ樹脂からなる保護被膜3を形成した。保護被膜3の形成にあたって、絶縁被膜2を有する鉄基粉末を転動流動造粒機内で攪拌しながら、エポキシ樹脂を溶解したキシレン溶液(濃度3質量%)を噴霧して、装置から取り出し、大気中 150℃で60分間乾燥させて、保護被膜3を形成した。

【0031】これらの絶縁被膜2と保護被膜3の組成は表2に示す通りである。発明例1~7は、本発明の範囲を満足する例である。比較例1~3は、絶縁被膜2が第1リン酸アルミニウムを含まない例である。こうして得られた鉄基粉末から、それぞれ試料を 100g採取して、温度25℃, 湿度40%の雰囲気にて10日間放置した。試料を白いほうろく板上に敷きつめて、錆が発生した点数(鉄粉の数)を数えた。その結果、錆が全く観察されなかったものを優良(◎), 錆の発生が1~10点観察されたものを良(O), 錆の発生が11~100点観察されたものを可(△), 錆の発生が101点以上観察されたものを不可(×)として評価した。その結果を表3に示す。

【0032】また鉄基粉末の凝集の発生状況を調査するために、80メッシュの篩いを用いて、それぞれの鉄基粉末 100gを篩い分けし、篩い下の重量(すなわち80メッシュの篩いを通じた重量)を測定した。篩い分けした全重量に対する篩い下の重量の比率が大きいものほど、凝集が発生していないことを指している。その結果、篩い下の重量比率が99%以上~100%のものを優良

(◎), 篩い下の重量比率が97%以上~99%未満のものを良(O), 篩い下の重量比率が90%以上~97%未満のものを可(△), 篩い下の重量比率が0%~90%未満のものを不可(×)として評価して表3に示す。

【0033】さらに、それぞれの鉄基粉末の絶縁性(すなわち絶縁被膜2の密着性)を調査するために、鉄基粉末を直方体(縦35mm, 横10mm, 厚さ6mm)に成形して、比抵抗を測定した。比抵抗の測定は、4端子法にて行なった。鉄基粉末を成形する際の圧力は、686MPa, 1470MPaとした。絶縁被膜2の耐熱性を評価するために、成形直後と 800℃N<sub>2</sub>雰囲気中で60分間熱処理を施した後について評価した。

【0034】成形体の比抵抗が大きいものほど、鉄基粉末の絶縁性が良好であることを指している。その結果、比抵抗の測定値が1000μΩm以上のものを優良(◎), 200μΩm以上~1000μΩm未満のものを良(O), 10μΩm以上~200μΩm未満のものを可(△), 10μΩm未満のものを不可(×)として評価して表3に示す。

【0035】

【表3】

	鉄基粉末の特性									
	錆	凝集	比抵抗 ( $\mu\Omega\text{m}$ )							
			歪取り焼鈍なし				歪取り焼鈍あり			
			686 MPa		1470 MPa		686 MPa		1470 MPa	
発明例 1	○	○	1100	◎	500	○	700	○	120	△
発明例 2	◎	◎	1290	◎	895	○	670	○	380	○
発明例 3	◎	◎	2300	◎	2080	◎	1390	◎	1090	◎
発明例 4	◎	◎	3800	◎	3500	◎	2900	◎	2100	◎
発明例 5	◎	◎	1260	◎	890	○	670	○	190	△
発明例 6	◎	◎	1800	◎	1670	◎	1360	◎	1080	◎
発明例 7	◎	◎	1450	◎	1020	◎	920	○	750	○
比較例 1	×	×	190	△	110	△	8	×	2	×
比較例 2	○	×	820	○	670	○	7	×	1	×
比較例 3	△	×	560	○	110	△	5	×	1	×

歪取り焼鈍：窒素雰囲気 800℃、60min

【0036】表3から明らかなように、発明例1～7の鉄基粉末は、錆および凝集の発生が抑制されていた。また発明例1～7の鉄基粉末は、高圧で成形した場合でも優れた絶縁性と耐熱性が得られた。

【0037】

【発明の効果】本発明によれば、絶縁被膜を有する鉄基粉末の錆の発生を抑制し、かつ鉄粉と絶縁被膜との密着性を向上して、優れた絶縁性が得られる。したがって、この鉄基粉末を成形した圧粉磁心の鉄損を低減できる。\*

\*【図面の簡単な説明】

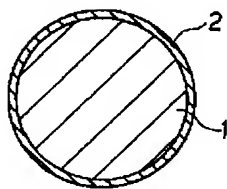
【図1】本発明の鉄基粉末の例を模式的に示す断面図である。

【図2】本発明の鉄基粉末の他の例を模式的に示す断面図である。

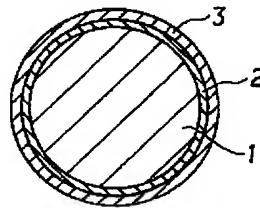
【符号の説明】

- 1 鉄粉
- 2 絶縁被膜
- 3 保護被膜

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 前谷 敏夫  
千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製  
鉄株式会社技術研究所内

(72)発明者 小森 ゆか  
千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製  
鉄株式会社技術研究所内

Fターム(参考) 4K018 AA24 BA14 BC28 KA44  
5E041 AA11 BC01 CA01 HB14 HB17  
NN05